

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. November 2004 (04.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/093684 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: A61B 6/00

(71) Anmelder (nur für AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BE, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CY, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, SZ, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW): KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N. V. [NL/NL]; Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/TB2004/050476

(22) Internationales Anmeldedatum:  
21. April 2004 (21.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
03101103.4 22. April 2003 (22.04.2003) EP

(71) Anmelder (nur für DE): PHILIPS INTELLECTUAL PROPERTY & STANDARDS GMBH [DE/DE]; Stein-damm 94, 20099 Hamburg (DE).

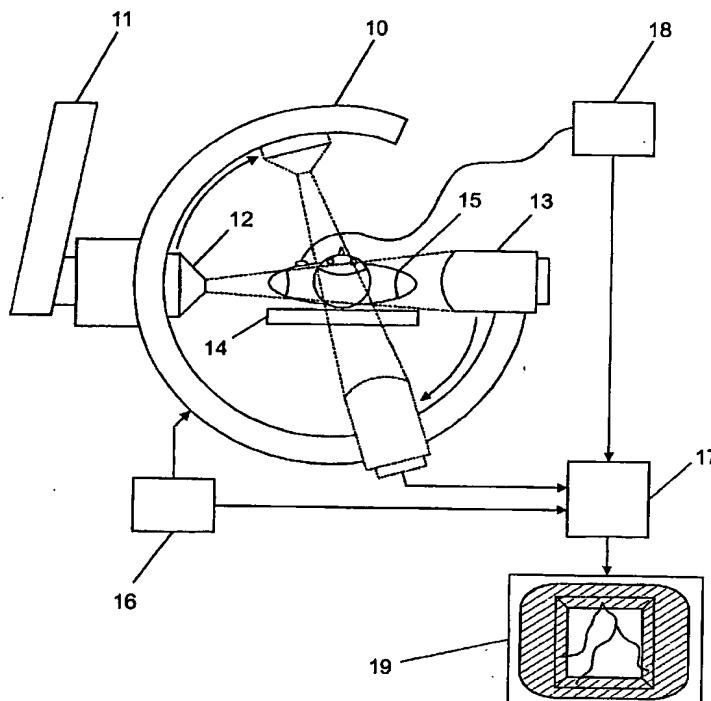
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHMITT, Holger [DE/DE]; c/o Philips Intellectual Property & Standards GmbH Weisshausstr. 2, 52066 Aachen (DE). GRASS, Michael [DE/DE]; c/o Philips Intellectual Property &

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Titel: APPARATUS FOR ANGIOGRAPHIC X-RAY PHOTOGRAPHY

(54) Bezeichnung: GERÄT FÜR DIE ANGIOGRAPHISCHE RÖNTGEN-BILDGEBUNG



(57) Abstract: The invention relates to an X-ray photographic apparatus for imaging the blood flow in the coronary vessel tree of a patient. According to the invention, a first series (1) of X-ray projection images of the coronary tree in various phases of the heart cycle is recorded, at the same time as the ECG (2) of the patient is taken. The three-dimensional structure of the vessel tree in the various phases of the heart cycle is then reconstructed by means of suitable programming means of the computerised portion (17) of the claimed apparatus. A second series (6) of X-ray projection images is recorded while a contrast agent is administered, again at the same time as the ECG (7) is taken. In order to determine the time-dependent contrast agent concentration within the reconstructed three-dimensional structure of the vessel tree, the invention proposes locating local image regions which correspond to individual vessel segments (5, 8) within the X-ray projection images

in the second series (6), according to the positions in space of the vessel segments (5, 8) in the relevant phase of the heart cycle. The contrast agent concentration in the area of the vessel segments (5, 8) is then determined by evaluation of X-ray absorption in the thus located local image regions.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/093684 A1



Standards GmbH Weisshausstr. 2, 52066 Aachen (DE).  
**RASCHE, Volker** [DE/DE]; c/o Philips Intellectual Property &, Standards GmbH Weisshausstr. 2, 52066 Aachen (DE).

(74) **Anwalt:** MEYER, Michael; Philips Intellectual Property &, Standards GmbH Weisshausstr. 2, 52066 Aachen (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Röntgen-Bildgebungsgerät zur Visualisierung des Blutflusses in einem koronaren Gefäßbaum eines Patienten. Es wird gemäß der Erfindung ein erster Satz (1) von Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes in verschiedenen Phasen des Herzzyklus unter gleichzeitiger Aufzeichnung des EKG's (2) des Patienten aufgenommen. Sodann erfolgt mittels einer geeigneten Programmsteuerung von Computermitteln (17) des erfindungsgemäßen Gerätes eine Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes in den verschiedenen Phasen des Herzzyklus. Ein zweiter Satz (6) von Röntgenprojektionsbildern wird während der Gabe eines Kontrastmittels, wiederum unter Aufzeichnung des EKG's (7), aufgenommen. Die Erfindung schlägt zur Bestimmung der zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration innerhalb der rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes vor, einzelnen Gefäßsegmenten (5, 8) zugeordnete lokale Bildbereiche innerhalb der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes (6) entsprechend den räumlichen Positionen der Gefäßsegmente (5, 8) in der betreffenden Phase des Herzzyklus aufzufinden. Die Ermittlung der Kontrastmittelkonzentration im Bereich der Gefäßsegmente (5, 8) erfolgt dann durch Auswertung der Röntgenabsorption innerhalb der aufgefundenen lokalen Bildbereiche.

2/parts  
1 JC20 Rec'd PCT/PTO 19 OCT 2009

## Gerät für die angiographische Röntgen-Bildgebung

5

Die Erfindung betrifft ein Röntgen-Bildgebungsgerät mit Computermitteln, die zur Visualisierung des Blutflusses in einem koronaren Gefäßbaum eines Patienten eingerichtet sind.

Ferner betrifft die Erfindung ein entsprechendes Computerprogramm 10 sowie ein Röntgen-Bildgebungsverfahren das auf dem erfindungsgemäßen Gerät ausführbar ist.

15 Im Bereich der Angiographie gewinnen dreidimensionale medizinische Bildgebungsverfahren, wie z. B. die dreidimensionale Rotations-Röntgenbildgebung (3D-RX) zunehmend an Bedeutung. Die mit solchen Methoden gewonnenen Bilddaten enthalten interessante Informationen für die Diagnose von Gefäßerkrankungen, wie z. B. Stenosen. Dabei ist die Visualisierung der Gefäßstrukturen entscheidend, damit ein behandelnder Arzt schnell und zuverlässig potentielle Gefahrenquellen erkennen kann.

20 So sind im Stand der Technik Techniken bekannt, welche es ermöglichen, aus der Mehrzahl von mittels 3D-RX aufgenommenen zweidimensionalen Projektionsbildern die dreidimensionale Struktur des zu untersuchenden Gefäßbaumes mittels spezieller Modellierungs- oder Rückprojektionstechniken auf einem geeigneten Computer zu rekonstruieren. Die computergestützte dreidimensionale Rekonstruktion des Gefäßbaumes des Patienten aus den aufgenommenen Bilddaten erlaubt es somit, den Verlauf der Blutgefäße mit hoher Wiedergabegenaugkeit zu visualisieren, wobei nicht 25 zum interessierenden Gefäßsystem gehörende anatomische Strukturen erforderlichenfalls ausgeblendet werden können. Die dreidimensionale Rekonstruktion der Gefäßstrukturen ist insbesondere auch ein nützliches Hilfsmittel bei der Planung von Interventionen, wie beispielsweise Linksherzkatheteruntersuchungen (PTCA).

Bei den bislang bekannten Techniken werden aber nachteiligerweise keinerlei Informationen bezüglich des Blutflusses durch den untersuchten Gefäßbaum erhalten. Das Fließverhalten und insbesondere die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes können aber wichtige Anhaltspunkte für den untersuchenden Arzt beispielsweise in

- 5 Bezug auf den Schweregrad einer vorhandenen Stenose liefern. Bei den bekannten Verfahren kann der Arzt den Zustand einer Stenose ausschließlich anhand der rekonstruierten Geometrie der Gefäße beurteilen. Es ist aber mit den bekannten Verfahren, die lediglich statische Bilder des Gefäßbaumes liefern können, nicht möglich, die Bedrohlichkeit einer Stenose anhand der Auswirkungen der Stenose auf den
- 10 Blutfluß, d.h. die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes im Bereich der Stenose, einschätzen zu können.

Aufgabe der Erfindung ist es demnach, ein Röntgen-Bildgebungsgerät zu schaffen, welches es ermöglicht, das Fließverhalten des Blutes im koronaren Gefäßbaum zu untersuchen.

- 15 Diese Aufgabe löst die Erfindung durch ein Gerät gemäß Patentanspruch 1.

Die Erfindung basiert auf dem Einsatz eines geeigneten Computers eines Röntgen-Bildgebungsgerätes zur Visualisierung des Blutflusses in einem koronaren Gefäßbaum. Im Sinne der Erfindung kann es sich bei dem beanspruchten Röntgen-  
20 Bildgebungsgerät um ein vollständiges Röntgengerät mit entsprechenden Bildaufnahmemitteln oder auch um eine einzelne Workstation zur Verarbeitung medizinischer Bilddaten handeln.

Die Erfindung schlägt vor, bei der Visualisierung von einem Datensatz bestehend aus Röntgenprojektionsbildern und parallel dazu gewonnenen EKG-Daten  
25 (Elektrokardiogramm) des untersuchten Patienten auszugehen. Diese Daten können im Vorfeld der Visualisierung aufgenommen werden und dann dem Computer über einen entsprechenden Dateneingang oder über Zwischenspeicherung in einer Datenbank zugeführt werden. Dieses Vorgehen bietet sich an, wenn die erfindungsgemäße Technik auf einer von dem zur eigentlichen Bildaufnahme verwendeten Gerät separaten  
30 medizinischen Workstation eingesetzt wird. Alternativ können die Daten bereits

während der Bildaufnahme gemäß der Erfindung verarbeitet werden, wenn die hierzu eingesetzten Computermittel direkt dem mit entsprechenden Bildaufnahmemitteln ausgestatteten Röntgengerät zugeordnet sind.

Demnach wird ein erster Satz von Röntgenprojektionsbildern des

5 Gefäßbaumes in verschiedenen Phasen des Herzzyklus vorzugsweise aus unterschiedlichen Projektionsrichtungen aufgenommen. Um den Gefäßbaum in den Röntgenprojektionsbildern sichtbar zu machen, wird dem Patienten ein geeignetes Kontrastmittel verabreicht. Während der Aufnahme des ersten Satzes von Röntgenprojektionsbildern wird außerdem das EKG des Patienten kontinuierlich

10 aufgezeichnet, damit jedes der aufgenommenen Bilder einer bestimmten Phase des Herzzyklus zugeordnet werden kann.

Auf der Grundlage des ersten Satzes von Röntgenprojektionsbildern wird durch eine geeignete Programmsteuerung der Computermittel gemäß einem an sich bekannten Verfahren die dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes in den

15 verschiedenen Phasen des Herzzyklus rekonstruiert. Die rekonstruierte Struktur wird sodann in eine Mehrzahl von Gefäßsegmenten aufgeteilt, für welche jeweils individuell das Fließverhalten des Blutes untersucht werden soll.

Während oder unmittelbar nach der Gabe eines Kontrastmittels wird ein zweiter Satz von Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes – wiederum unter

20 gleichzeitiger Aufzeichnung des EKG's des Patienten – aufgenommen. Für die Aufnahme des zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern wird zweckmäßigerweise nur ein kurzer Kontrastmittelbolus gegeben, was für die Untersuchung des Fließverhaltens des Blutes gemäß den unten beschriebenen weiteren Verfahrensschritten vorteilhaft ist. Die Aufnahme des ersten Satzes von Röntgenprojektionsbildern erfolgt

25 demgegenüber vorzugsweise mit einem längeren Kontrastmittelbolus, damit die dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes möglichst genau untersucht werden kann.

Das Strömungsverhalten des Blutes in dem Gefäßbaum kann ausgehend von den beiden Sätzen von Röntgenprojektionsbildern untersucht werden, indem die

zeitabhängige Kontrastmittelkonzentration innerhalb der rekonstruierten

30 dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes bestimmt wird. Hierzu erfolgt gemäß der

Erfindung zunächst eine Zuordnung der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes jeweils zu einer Phase des Herzzyklus anhand des aufgezeichneten EKG's. Sodann werden zu den Gefäßsegmenten der rekonstruierten Struktur des Gefäßbaumes lokale Bildbereiche innerhalb der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes aufgefunden, 5 und zwar entsprechend der räumlichen Positionen dieser Gefäßsegmente in der betreffenden Phase des Herzzyklus. Hierzu können beispielsweise gemäß den Projektionswinkeln, unter denen die Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes aufgenommen wurden, die Bildbereiche, auf welche die jeweiligen Gefäßsegmente in den jeweiligen Projektionsbildern abgebildet werden, berechnet werden. Durch 10 Auswertung der Röntgenabsorption innerhalb der auf diese Weise aufgefundenen Bildbereiche wird dann ermittelt, wie sich die Kontrastmittelkonzentration innerhalb der einzelnen Gefäßsegmente im Verlauf der Zeit verändert, wie sich also der Gefäßbaum mit Kontrastmittel füllt. Dies gestattet unmittelbare Rückschlüsse auf das Strömungsverhalten des Blutes innerhalb des Gefäßbaumes.

15 Für den untersuchenden Arzt muß schließlich der mit dem erfindungsgemäßen Gerät ermittelte Kontrastmittelfluß in geeigneter Weise visualisiert werden. Zu diesem Zweck ist es beispielsweise denkbar, daß die zeitabhängige Kontrastmittelkonzentration als Helligkeits- oder Farbwert in einer dreidimensionalen Ansicht der rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes dargestellt 20 wird.

Die Grundidee der Erfindung ist es zum einen, die Bewegungen der Blutgefäße während der Herzschlagtätigkeit bei der Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes zu berücksichtigen. Es wird nicht nur die Struktur selbst, sondern auch deren durch die Bewegung des Herzens hervorgerufene 25 zeitliche Veränderung rekonstruiert. Die Zuordnung der einzelnen Bewegungsstadien des Gefäßbaumes zu den jeweiligen Phasen des Herzzyklus erfolgt anhand des parallel zur Bildaufnahme aufgezeichneten EKG's. Zum anderen ist die Idee der Erfindung, auch bei der Aufnahme des zweiten Satzes der Röntgenprojektionsbilder das EKG des Patienten aufzuzeichnen, so daß in Bezug auf die jeweilige Phase des Herzzyklus die 30 rekonstruierte dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes mit den Bildmerkmalen der

Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes in Übereinstimmung gebracht werden kann. Daraus resultieren dann insgesamt umfassende dreidimensionale Daten darüber, wie das Blut durch den Gefäßbaum strömt.

Es ist in besonders vorteilhafter Weise möglich, daß während oder nach

5 der Gabe des Kontrastmittels zunächst der zweite Satz von Röntgenprojektionsbildern aufgenommen wird, während sich der Gefäßbaum mit Kontrastmittel füllt, und dann erst der erste Satz von Röntgenprojektionsbildern aufgenommen wird, nachdem der Gefäßbaum vollständig mit Kontrastmitteln gefüllt ist. Auf diese Weise ist nur eine einmalige Kontrastmittelgabe erforderlich. Die oben skizzierte Auswertung der

10 Röntgenprojektionsbilder zur Bestimmung und Visualisierung der zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration innerhalb des Gefäßbaumes erfolgt dann mit den Computermitteln des Röntgen-Bildgebungsgerätes erst nach Abschluß der Bildaufnahme des ersten und zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern.

Wenn Teile des Gefäßbaumes bei der Aufnahme der Röntgenprojektionsbilder in Projektionsrichtung verlaufen oder sich Teile des Gefäßbaumes in Projektionsrichtung überdecken, ist eine eindeutige Zuordnung der betreffenden Gefäßsegmente zu den entsprechenden Bildbereichen nicht ohne weiteres möglich. Von daher ist es zweckmäßig, daß die Aufnahme des ersten und/oder zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern mittels kontinuierlicher Rotations-Röntgenbildgebung unter

15 einer Mehrzahl von Projektionswinkeln erfolgt.

Zu beachten ist, daß die Aufnahme des ersten Satzes der Röntgenprojektionsbilder aus möglichst vielen Projektionsrichtungen erfolgen sollte, damit die dreidimensionale räumliche Struktur des Gefäßbaumes möglichst präzise rekonstruiert werden kann. Die Rekonstruktion kann insbesondere auch auf der Grundlage einer

20 Vielzahl von Projektionsbildern erfolgen, welche während mehrerer aufeinanderfolgender Herzzyklen aufgenommen werden. Demgegenüber ist bei der Aufnahme des zweiten Satzes der Röntgenprojektionsbilder besonderes Augenmerk auf die zeitliche Auflösung zu richten, damit das Einströmen des Kontrastmittels in den Gefäßbaum zeitlich präzise verfolgt werden kann. Von daher ist es sinnvoll, daß die

Aufnahme des zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern unter nur wenigen verschiedenen oder sogar unter nur einem festen Projektionswinkel erfolgt.

Zweckmäßigerweise erfolgt also die Aufnahme des ersten Satzes von Röntgenprojektionsbildern unter kontinuierlicher Rotations-Röntgenbildgebung während 5 mehrerer aufeinanderfolgender Herzzyklen, und der zweite Satz wird möglichst unter nur wenigen, gegebenenfalls festen Projektionswinkeln mit möglichst hoher zeitlicher Auflösung aufgenommen, während sich der Gefäßbaum mit Kontrastmittel füllt.

Außer dem Gefäßbaum werden in dem aus dem ersten Satz von Röntgenprojektionsbildern abgeleiteten, rekonstruierten dreidimensionalen Bild auch 10 anatomische Strukturen abgebildet, beispielsweise Knochen, die bei der weiteren Auswertung einen Störfaktor darstellen können. Von daher ist es sinnvoll, daß zur Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes eine 15 computergestützte Modellierung des Gefäßbaumes unter Eliminierung der übrigen in dem ersten Satz von Röntgenprojektionsbildern enthaltenen anatomischen Strukturen erfolgt.

Für die Implementierung der erfundungsgemäßen Visualisierungstechnik auf einem mit einem geeigneten Computermittel ausgestatteten Röntgen-Bildgebungsgerät eignet sich ein Computerprogramm gemäß Patentanspruch 7. Die entsprechende Software kann den Benutzern von geeigneten Bildgebungsgeräten vorteilhafterweise auf 20 einem Datenträger, wie einer Diskette oder CD-Rom, oder zum Herunterladen über ein Datennetz (Internet) zur Verfügung gestellt werden.

Ein Röntgen-Bildgebungsverfahren das auf dem erfundungsgemäßen Gerät ausführbar ist, ist Gegenstand der Patentansprüche 8 bis 12.

25

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

Figur 1 Ablaufschema der erfundungsgemäßen Visualisierungstechnik;

Figur 2 Röntgenbildgebungsgerät gemäß der Erfindung.

30

Das in der Figur 1 schematisch dargestellte Verfahren dient zur Visualisierung des Blutflusses in einem koronaren Gefäßbaum eines Patienten. Das Verfahren beginnt mit der Aufnahme eines ersten Satzes 1 von

5 Röntgenprojektionsbildern in verschiedenen Phasen des Herzzyklus. Parallel zur Aufnahme der Röntgenprojektionsbilder wird ein erstes EKG 2 des Patienten aufgenommen. Aus dem ersten Satz 1 von Röntgenprojektionsbildern wird als nächstes die dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes rekonstruiert, und zwar in den verschiedenen Phasen des Herzzyklus, so daß anschließend ein Satz 3 von

10 dreidimensionalen Datensätzen der koronaren Gefäßstruktur für die verschiedenen Herzschlagphasen vorliegt. Es erfolgt eine computergestützte Modellierung des Gefäßbaumes, wobei in den Röntgenprojektionsbildern enthaltene anatomische Strukturen, die nicht zu dem untersuchten Gefäßbaum gehören, eliminiert werden. In einem Datensatz 4 ist die dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes in eine Mehrzahl

15 von Gefäßsegmenten 5 aufgeteilt. Der Datensatz 4 enthält Informationen über die räumliche Position jedes Gefäßsegmentes 5 in jeder Phase des Herzzyklus, so daß durch den Datensatz 4 die Struktur und Bewegung des Gefäßbaumes vollständig modelliert ist.

Im weiteren Verfahrensverlauf wird ein zweiter Satz 6 von Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes während oder nach der Gabe eines Kontrastmittels aufgenommen. Auch hierbei wird ein zweites EKG 7 des Patienten aufgenommen. Die Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes 6 werden anhand des EKG's 7 jeweils einer Phase des Herzzyklus zugeordnet.

Für ein Gefäßsegment 8, für welches die Zeitabhängigkeit der Kontrastmittelkonzentration bestimmt werden soll, werden lokale Bildbereiche innerhalb der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes 6 entsprechend der räumlichen Position des Gefäßsegmentes 8 in einer bestimmten Phase des Herzzyklus aufgefunden. Hierzu werden die zeitabhängigen Positionsdaten des Datensatzes 4 herangezogen. Die Kontrastmittelkonzentration innerhalb des Gefäßsegmentes 8 wird dann durch Auswertung der Röntgenabsorption innerhalb der aufgefundenen lokalen Bildbereiche ermittelt. Der Zeitverlauf der Kontrastmittelkonzentration im Bereich des

Gefäßsegmentes 8 kann zum Zwecke der Visualisierung als Diagramm 9 dargestellt werden. Derartige Diagramme können für sämtliche Gefäßsegmente erzeugt werden, so daß sich insgesamt ein umfassendes Bild des Blutflusses innerhalb des Gefäßbaumes ergibt.

5        Bei dem in der Figur 2 gezeigten Bildgebungsgerät handelt es sich um ein C-Arm-Röntgengerät, welches einen C-Arm 10 aufweist, welcher mittels einer Halterung 11 an einer nicht näher dargestellten Decke aufgehängt ist. An dem C-Arm 10 sind eine Röntgenstrahlungsquelle 12 sowie ein Röntgenbildwandler 13 beweglich geführt, so daß eine Mehrzahl von Röntgenprojektionsbildern von einem im Zentrum 10 des C-Arms 10 auf einem Patiententisch 14 liegenden Patienten 15 unter unterschiedlichen Projektionswinkeln aufgenommen werden können. Die synchrone Bewegung der Röntgenstrahlungsquelle 12 und des Röntgenbildwandlers 13 werden von einer Steuereinheit 16 gesteuert. Bei der Bildaufnahme laufen die Röntgenstrahlungsquelle 12 und der Röntgenbildwandler 13 synchron um den Patienten 15 herum. Die dabei von dem Röntgenbildwandler 13 erzeugten Bildsignale werden an eine 15 computergesteuerte Bildverarbeitungseinheit 17 übertragen. Mittels eines EKG-Geräts 18 wird der Herzschlag des Patienten überwacht, und das EKG wird an die Bildverarbeitungseinheit 17 übermittelt. Die Bildverarbeitungseinheit 17 weist eine 20 Programmsteuerung auf, mittels welcher die Verarbeitung der Röntgenprojektionsbilder gemäß dem zuvor beschriebenen Verfahren erfolgt. Zur Visualisierung dient ein an die Bildverarbeitungseinheit 17 angeschlossener Monitor 19.

## CLAIMS:

5

1. Röntgen-Bildgebungsgerät mit Computermitteln (17), die zur Visualisierung des Blutflusses in einem koronaren Gefäßbaum eines Patienten derart eingerichtet sind, dass die Visualisierung auf der Grundlage von Daten erfolgt, die einen ersten Satz (1) von Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes in verschiedenen 10 Phasen des Herzzyklus, ein gleichzeitig mit dem ersten Satz (1) aufgezeichnetes erstes EKG (2) des Patienten (15), einen zweiten während oder nach der Gabe eines Kontrastmittels aufgenommenen Satz (6) von Röntgenprojektionsbildern und ein gleichzeitig mit dem zweiten Satz (6) aufgezeichnetes zweites EKG (7) des Patienten (15) umfassen, wobei die Computermittel (17) eine Programmsteuerung aufweisen, 15 welche zur Bestimmung der zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration innerhalb der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes gemäß den folgenden Verfahrensschritten arbeitet:
  - Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes in den verschiedenen Phasen des Herzzyklus aus dem ersten Satz (1) von
- 20 Röntgenprojektionsbildern und Aufteilung der Struktur in eine Mehrzahl von Gefäßsegmenten (5, 8) ;
  - Bestimmung der zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration (9) innerhalb der rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes durch
    - aa) Zuordnung der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes (6) 25 jeweils zu einer Phase des Herzzyklus anhand des aufgezeichneten zweiten EKG's (7);
      - bb) Auffinden von den einzelnen Gefäßsegmenten (8) zugeordneten lokalen Bildbereichen innerhalb der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes (6) entsprechend der räumlichen Positionen der Gefäßsegmente (8) in der betreffenden Phase des Herzzyklus gemäß der rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des 30 Gefäßbaumes;

cc) Ermittlung der Kontrastmittelkonzentration innerhalb der Gefäßsegmente (8) durch Auswertung der Röntgenabsorption innerhalb der im Verfahrensschritt bb) aufgefundenen lokalen Bildbereiche;

- Visualisierung des Kontrastmittelflusses durch die dreidimensionale

5 Struktur des Gefäßbaumes gemäß der bestimmten zeitabhängigen Kontrastmittelverteilung (9).

2. Röntgen-Bildgebungsgerät nach Anspruch 1, mit Mitteln (10, 11, 12, 13) zur Erzeugung des ersten und des zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern des

10 koronaren Gefäßbaumes des Patienten (15) unter unterschiedlichen Projektionsrichtungen, und mit Mitteln (18) zur Aufzeichnung des EKG's des Patienten (15) während der Aufnahme des ersten und zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern.

15 3. Röntgen-Bildgebungsgerät nach Anspruch 2, wobei die Computermittel (17) derart eingerichtet sind, daß während oder nach der Gabe des Kontrastmittels zunächst der zweite Satz (6) von Röntgenprojektionsbildern aufgenommen wird, während sich der Gefäßbaum mit Kontrastmittel füllt, und dann der erste Satz (1) von Röntgenprojektionsbildern aufgenommen wird, nachdem der Gefäßbaum vollständig mit

20 Kontrastmittel gefüllt ist.

4. Röntgen-Bildgebungsgerät nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Computermittel (17) weiterhin derart eingerichtet sind, daß die Aufnahme des ersten und/oder zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern mittels kontinuierlicher

25 Rotations-Röntgenbildgebung unter einer Mehrzahl von Projektionswinkeln erfolgt.

5. Röntgen-Bildgebungsgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Computermittel (17) weiterhin derart eingerichtet sind, daß die Aufnahme des zweiten Satzes (6) von Röntgenprojektionsbildern unter zumindest einem festen Projektions-

30 winkel erfolgt.

6. Röntgen-Bildgebungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Computermittel (17) derart eingerichtet sind, daß zur Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur eine computergestützte Modellierung des Gefäßbaumes unter Eliminierung der übrigen in dem ersten Satz (1) von Röntgenprojektionsbildern enthaltenen anatomischen Strukturen erfolgt.
7. Computerprogramm für ein Röntgen-Bildgebungsgerät, zur Visualisierung des Blutflusses in einem koronaren Gefäßbaum eines Patienten, wobei das Computerprogramm als Eingabe Daten erhält, die einen ersten Satz (1) von Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes in verschiedenen Phasen des Herzyklus, ein gleichzeitig mit dem ersten Satz (1) aufgezeichnetes erstes EKG (2) des Patienten (15), einen zweiten während oder nach der Gabe eines Kontrastmittels aufgenommenen Satz (6) von Röntgenprojektionsbildern und ein gleichzeitig mit dem zweiten Satz (6) aufgezeichnetes zweites EKG (7) des Patienten (15) umfassen, wobei durch das Computerprogramm auf Computermitteln (17) des Röntgen-Bildgebungsgerätes eine Programmsteuerung implementiert wird, welche zur Bestimmung der zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration innerhalb der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes gemäß den folgenden Verfahrensschritten arbeitet:
  - 20 - Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes in den verschiedenen Phasen des Herzyklus aus dem ersten Satz (1) von Röntgenprojektionsbildern und Aufteilung der Struktur in eine Mehrzahl von Gefäßsegmenten (5, 8) ;
  - Bestimmung der zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration (9) innerhalb der rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes durch
    - 25 aa) Zuordnung der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes (6) jeweils zu einer Phase des Herzyklus anhand des aufgezeichneten zweiten EKG's (7);
    - bb) Auffinden von den einzelnen Gefäßsegmenten (8) zugeordneten lokalen Bildbereichen innerhalb der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes (6) entsprechend der räumlichen Positionen der Gefäßsegmente (8) in der betreffenden

Phase des Herzzyklus gemäß der rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes;

cc) Ermittlung der Kontrastmittelkonzentration innerhalb der Gefäßsegmente (8) durch Auswertung der Röntgenabsorption innerhalb der im Verfahrensschritt bb) aufgefundenen lokalen Bildbereiche;

- Visualisierung des Kontrastmittelflusses durch die dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes gemäß der bestimmten zeitabhängigen Kontrastmittelverteilung (9).

10 8. Röntgen-Bildgebungsverfahren zur Visualisierung des Blutflusses in einem koronaren Gefäßbaum eines Patienten mit den folgenden Verfahrensschritten:

a) Aufnahme eines ersten Satzes (1) von Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes in verschiedenen Phasen des Herzzyklus unter gleichzeitiger Aufzeichnung eines ersten EKG's (2) des Patienten (22);

15 b) Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes in den verschiedenen Phasen des Herzzyklus aus dem ersten Satz (1) von Röntgenprojektionsbildern und Aufteilung der Struktur in eine Mehrzahl von Gefäßsegmenten (5, 8) ;

c) Aufnahme eines zweiten Satzes (6) von

20 Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes während oder nach der Gabe eines Kontrastmittels unter gleichzeitiger Aufzeichnung eines zweiten EKG's (7) des Patienten;

d) Bestimmung der zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration (9) innerhalb der im Verfahrensschritt b) rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des

25 Gefäßbaumes durch

aa) Zuordnung der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes (6) jeweils zu einer Phase des Herzzyklus anhand des aufgezeichneten zweiten EKG's (7);

bb) Auffinden von den einzelnen Gefäßsegmenten (8) zugeordneten lokalen Bildbereichen innerhalb der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes (6)

30 entsprechend der räumlichen Positionen der Gefäßsegmente (8) in der betreffenden

Phase des Herzzyklus gemäß der im Verfahrensschritt b) rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes;

- cc) Ermittlung der Kontrastmittelkonzentration innerhalb der Gefäßsegmente (8) durch Auswertung der Röntgenabsorption innerhalb der im Verfahrensschritt bb) aufgefundenen lokalen Bildbereiche;
- e) Visualisierung des Kontrastmittelflusses durch die dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes gemäß der im Verfahrensschritt d) bestimmten zeitabhängigen Kontrastmittelverteilung (9).

10 9. Röntgen-Bildgebungsverfahren nach Anspruch 8, wobei während oder nach der Gabe des Kontrastmittels zunächst der zweite Satz (6) von Röntgenprojektionsbildern aufgenommen wird, während sich der Gefäßbaum mit Kontrastmittel füllt, und dann der erste Satz (1) von Röntgenprojektionsbildern aufgenommen wird, nachdem der Gefäßbaum vollständig mit Kontrastmittel gefüllt ist.

15 10. Röntgen-Bildgebungsverfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Aufnahme des ersten und/oder zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern mittels kontinuierlicher Rotations-Röntgenbildgebung unter einer Mehrzahl von Projektionswinkeln erfolgt.

20 11. Röntgen-Bildgebungsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die Aufnahme des zweiten Satzes (6) von Röntgenprojektionsbildern unter zumindest einem festen Projektionswinkel erfolgt.

25 12. Röntgen-Bildgebungsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei zur Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur im Verfahrensschritt b) eine computergestützte Modellierung des Gefäßbaumes unter Eliminierung der übrigen in dem ersten Satz von Röntgenprojektionsbildern enthaltenen anatomischen Strukturen erfolgt.

30

1/2

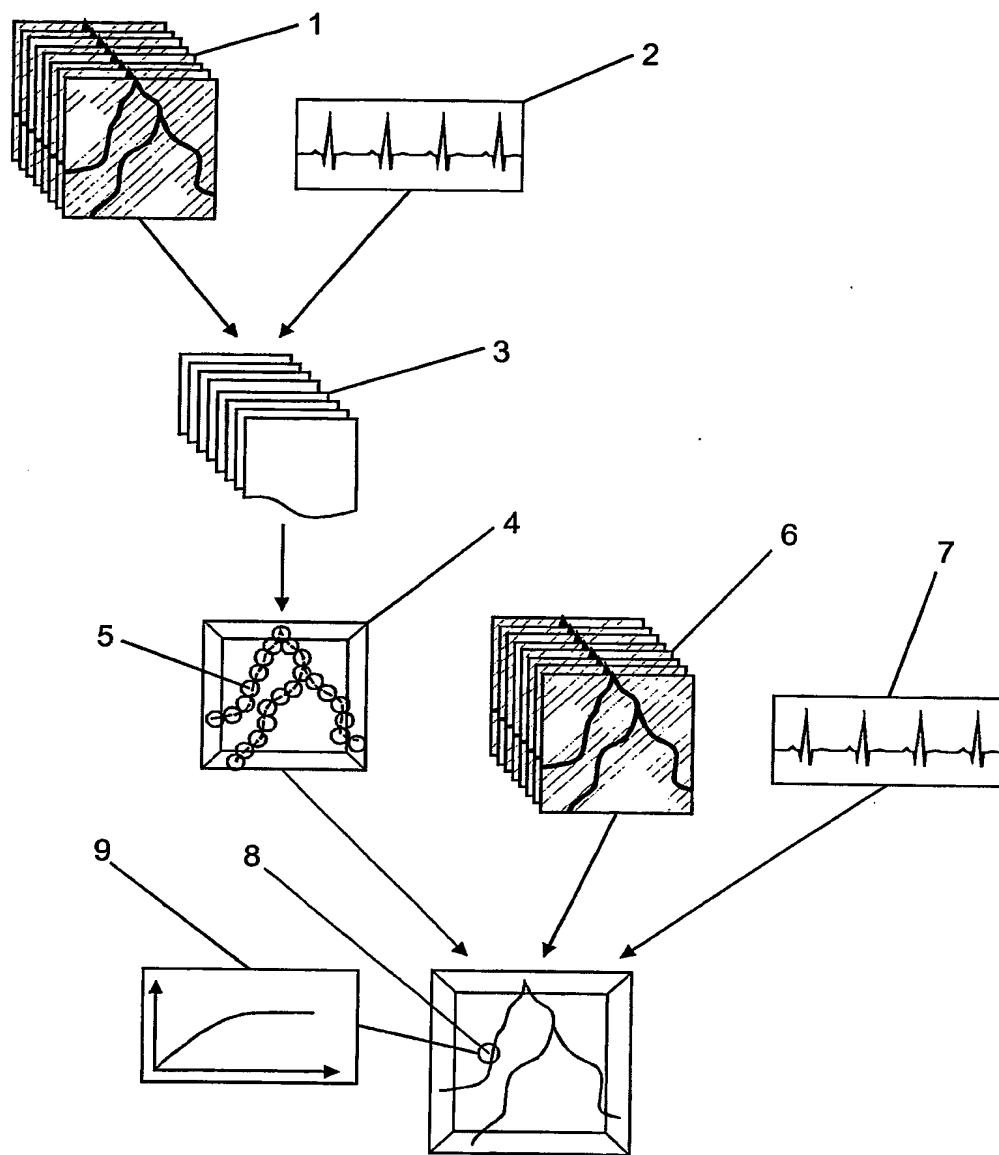


FIG.1

2/2 JC20 Rec'd PCT/PTO 19 OCT 2005

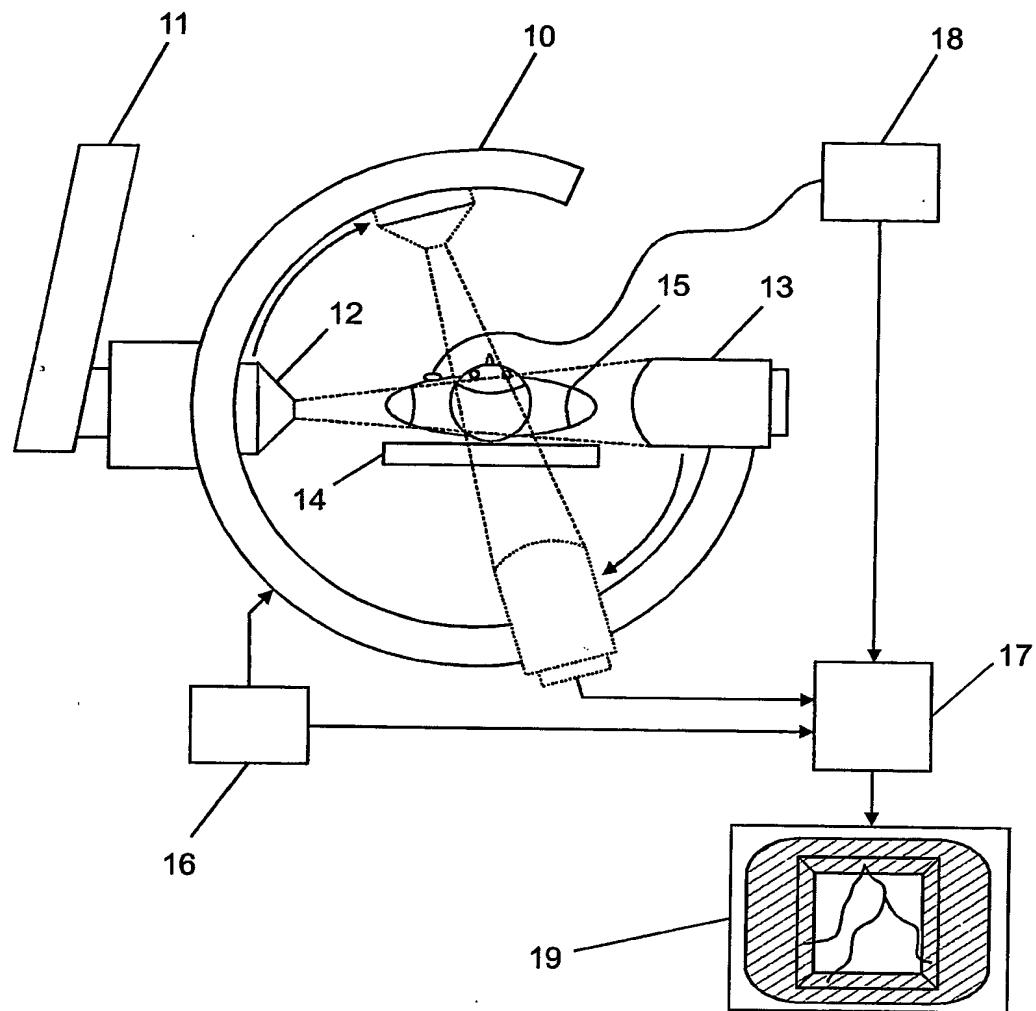


FIG.2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ational Application No

/IB2004/050476

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 A61B6/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| Y        | EP 1 114 615 A (PHILIPS CORP INTELLECTUAL PTY ; KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV (NL))<br>11 July 2001 (2001-07-11)<br>claims 1,4-6<br>paragraphs '0025!, '0031!, '0034! – '0036!<br>----- | 1-6                   |
| Y        | US 4 037 585 A (GILDENBERG PHILIP L)<br>26 July 1977 (1977-07-26)<br>column 4, line 43 – line 53<br>-----  | 1-6                   |
| A        | DE 101 19 228 A (SIEMENS AG)<br>5 December 2002 (2002-12-05)<br>paragraphs '0007!, '0032! – '0034!<br>-----  | 1-6                   |
| A        | EP 0 362 821 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 11 April 1990 (1990-04-11)<br>column 2, line 2 – line 44<br>-----  | 1-6                   |
|          |  | -/-                   |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 July 2004

Date of mailing of the international search report

28/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL – 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lohmann, S

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

tional Application No

/IB2004/050476

**C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                            | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| A        | DE 38 26 550 A (TOSHIBA KAWASAKI KK)<br>16 February 1989 (1989-02-16)<br>column 8, line 12 - line 65<br>----- | 1-6                   |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

ntional Application No  
/IB2004/050476

| Patent document cited in search report |   | Publication date |  | Patent family member(s)   |  | Publication date   |
|--|---|------------------|--|---|--|--|
| EP 1114615                             | A | 11-07-2001       | DE<br>CN<br>EP<br>JP<br>US                   | 10000185 A1<br>1317292 A<br>1114615 A2<br>2001212125 A<br>2001012328 A1                               |  | 12-07-2001<br>17-10-2001<br>11-07-2001<br>07-08-2001<br>09-08-2001   |
| US 4037585                             | A | 26-07-1977       |  | NONE  |  |  |
| DE 10119228                            | A | 05-12-2002       | DE<br>US                                     | 10119228 A1<br>2002181645 A1  |  | 05-12-2002<br>05-12-2002   |
| EP 0362821                             | A | 11-04-1990       | JP<br>JP<br>JP<br>EP                         | 1760436 C<br>2099040 A<br>4048452 B<br>0362821 A1   |  | 20-05-1993<br>11-04-1990<br>06-08-1992<br>11-04-1990   |
| DE 3826550                             | A | 16-02-1989       | JP<br>JP<br>JP<br>JP<br>JP<br>JP<br>DE<br>US | 1040033 A<br>1870544 C<br>5079333 B<br>1040034 A<br>1767691 C<br>4052141 B<br>3826550 A1<br>4943987 A |  | 10-02-1989<br>06-09-1994<br>02-11-1993<br>10-02-1989<br>11-06-1993<br>21-08-1992<br>16-02-1989<br>24-07-1990 |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

/IB2004/050476

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 A61B6/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|--|--------------------|
| Y         | EP 1 114 615 A (PHILIPS CORP INTELLECTUAL PTY ; KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV (NL))<br>11. Juli 2001 (2001-07-11)<br>Ansprüche 1,4-6<br>Absätze '0025!, '0031!, '0034! – '0036! | 1-6                |
| Y         | US 4 037 585 A (GILDENBERG PHILIP L)<br>26. Juli 1977 (1977-07-26)<br>Spalte 4, Zeile 43 – Zeile 53  | 1-6                |
| A         | DE 101 19 228 A (SIEMENS AG)<br>5. Dezember 2002 (2002-12-05)<br>Absätze '0007!, '0032! – '0034!   | 1-6                |
| A         | EP 0 362 821 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 11. April 1990 (1990-04-11)<br>Spalte 2, Zeile 2 – Zeile 44  | 1-6                |
|           |  | —/—                |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- ° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- ° A° Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- ° E° älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- ° L° Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- ° O° Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- ° P° Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- ° T° Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- ° X° Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- ° Y° Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- ° & Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

|   |   |
|---|---|
| Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche   | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 21. Juli 2004   | 28/07/2004  |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL – 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter<br>Lohmann, S         |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

tionales Aktenzeichen

'IB2004/050476

**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile              | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A          | DE 38 26 550 A (TOSHIBA KAWASAKI KK)<br>16. Februar 1989 (1989-02-16)<br>Spalte 8, Zeile 12 – Zeile 65<br>----- | 1-6                |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

internationales Aktenzeichen  
PCT/IB2004/050476

## Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr. 7-12  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich  
Regel 39.1(vi) PCT – Programm für Datenverarbeitungsanlagen (Anspruch 7)  
Regel 39.1(iv) PCT – Verfahren zur chirurgischen Behandlung des menschlichen oder tierischen Körpers (Ansprüche 8-12)
2.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3.  Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

## Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

### Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.  
 Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**
**Internationales Aktenzeichen**
**/IB2004/050476**

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung |  | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie   |  | Datum der<br>Veröffentlichung  |
|--|---|-------------------------------|--|---|--|--|
| EP 1114615   | A | 11-07-2001                    | DE<br>CN<br>EP<br>JP<br>US                   | 10000185 A1<br>1317292 A<br>1114615 A2<br>2001212125 A<br>2001012328 A1                               |  | 12-07-2001<br>17-10-2001<br>11-07-2001<br>07-08-2001<br>09-08-2001   |
| US 4037585   | A | 26-07-1977                    |  | KEINE   |  |  |
| DE 10119228  | A | 05-12-2002                    | DE<br>US                                     | 10119228 A1<br>2002181645 A1  |  | 05-12-2002<br>05-12-2002   |
| EP 0362821   | A | 11-04-1990                    | JP<br>JP<br>JP<br>EP                         | 1760436 C<br>2099040 A<br>4048452 B<br>0362821 A1   |  | 20-05-1993<br>11-04-1990<br>06-08-1992<br>11-04-1990   |
| DE 3826550   | A | 16-02-1989                    | JP<br>JP<br>JP<br>JP<br>JP<br>JP<br>DE<br>US | 1040033 A<br>1870544 C<br>5079333 B<br>1040034 A<br>1767691 C<br>4052141 B<br>3826550 A1<br>4943987 A |  | 10-02-1989<br>06-09-1994<br>02-11-1993<br>10-02-1989<br>11-06-1993<br>21-08-1992<br>16-02-1989<br>24-07-1990 |